

Valoración de la gestión de organismos operadores de los servicios públicos del agua en ciudades de México. Aplicando análisis multicriterio.

César Domingo Íñiguez Sepúlveda.

Facultad de Arquitectura.

Universidad Autónoma de Sinaloa.

e-mail: cesar_gasa17@hotmail.com

Rafael Caballero Fernández.

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Departamento de Economía Aplicada (Matemáticas).

Universidad de Málaga.

e-mail: r_caballero@uma.es

1 Resumen.

Este trabajo de exploración tiene como objetivo fundamental la valoración (jerarquización) de la gestión de organismo operadores de los servicios de agua potable y saneamiento (OOSAPyS) de ciudades de México. Aquí aplicó el método denominado Proceso Analítico Jerárquico (AHP) a un sistema de treinta y dos indicadores enmarcados en tres categorías de análisis: lo social, medioambiental y económico; se aplicó en ciudades con población mayor a cincuenta mil habitantes. El estudio se realizó para observar la dinámica evolutiva de los OOSAPyS entre los años de 2005 a 2010. Esta valoración comparativa se hizo a partir de la condición particular de la ciudad de Culiacán, Sinaloa, México. Este proceso de análisis entre los organismos operadores, sirvió para proponer y recomendar la instrumentación de algunas estrategias y acciones para mejorar la gestión de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (SAPAS). Los resultados obtenidos muestran una hegemonía de ciudades que cuentan con una tendencia muy clara de zona metropolitana y de ciudades con poblaciones de entre los 500 mil y un millón de habitantes; de igual manera se observó que están en el medio de las gráficas ciudades con poblaciones que tienen entre los 100 mil y 500 mil habitantes. En el final de las gráficas generadas se encuentran ciudades con poblaciones menores a los 100 mil habitantes. En general las recomendaciones que se hacen son que es necesario invertir en la infraestructura hidráulica urbana de las ciudades con poblaciones menores a los 500 mil habitantes y mantener la infraestructura de los SAPAS en ciudades grandes o con tendencias metropolitanas. Este trabajo se fundamenta desde el paradigma del desarrollo sustentable (DS), porque está en él, la visión que orienta hacia el cuidado del agua de uso urbano para satisfacer necesidades de las generaciones actuales y del futuro.

Abstract

This exploration work has as main objective assessment (ranking) of agency management service operators of water supply and sanitation (OOSAPyS) of Mexico City. Here applied the method called Analytic Hierarchy Process (AHP) to a system of thirty two indicators framed in three different categories: social, environmental and economic, was applied in cities with populations over fifty thousand inhabitants. The study was conducted to observe the evolutionary dynamics of OOSAPyS between the years of 2005-2010. Comparative assessment is made from the special status of the city of Culiacan, Sinaloa, Mexico. This process of analysis between the utilities, served to propose and recommend the implementation of certain strategies and actions to improve the management of Drinking Water and Sanitation (SAPAS). The results show a hegemony of cities with a very clear trend of metropolitan and cities with populations between 500,000 and one million people, the same way it was found that they are in the middle of cities with populations graphics with between 100 000 and 500 000 inhabitants. At the end of the generated graphs are cities with populations less than 100 thousand inhabitants. In general the recommendations made are to invest in urban water infrastructure in cities with populations of less than 500 thousand inhabitants and maintain infrastructure in cities and SAPAS with metropolitan trends.

This work was based on the paradigm of sustainable development (SD), because it is the vision that guides to the care of water for urban use to meet the needs of current and future generations.

Palabras clave: Agua potable, servicios públicos y sistema de indicadores.

Keywords: Potable water, public utilities, and indicators system.

2 1.- Introducción.

El Banco Mundial (World Bank) patrocinó en la década de 1990 la creación de International Benchmarking for Water and Sanitation Utilities, (IBNET) o Red Internacional para la Comparación de Entidades de Agua Potable y Saneamiento (RIEAPOS). Su propósito es ofrecer información comparativa entre las distintas empresas dedicadas a operar o regular el abastecimiento a sistemas urbanos. IBNET, ofrece a los organismos asociados, un software para capturar y evaluar de manera homogénea un conjunto mínimo de indicadores de gestión.

El Gobierno de la República Mexicana, en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, asumió como política central el Desarrollo Humano Sustentable, lo que significa pugnar porque todos los mexicanos alcancemos altos niveles de bienestar sin comprometer las capacidades de las siguientes generaciones para hacer lo propio. Esto quedó expresado en el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 (PNH 2007-2012), que establece muy ambiciosos objetivos y metas en rubros tales como: sustitución de fuentes de suministro, incremento de cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado, tratamiento de las aguas residuales, y mejoramiento de la eficiencia del uso del agua en el sector agrícola (SEMARNAT, 2011).

Los servicios de agua potable y saneamiento son responsabilidad de un Estado garante, ya sea que provea los servicios de manera directa, que sea un prestador más o que simplemente regule en el ámbito económico el servicio provisto por particulares. A través de los últimos 100 años, la satisfacción de esos servicios ha sido un asunto personal, una actividad de las comunidades locales, un servicio administrado centralmente por el gobierno federal, un servicio descentralizado a los ayuntamientos de los municipios y, finalmente, que puede ser prestado por particulares, en teoría regulados por ese Estado garante, pero no siempre bajo condiciones claras (Collado, 2008).

La caracterización de un sistema ecológico-ambiental, social, económico e institucional que es objeto de gestión, constituye un paso clave en el proceso de evaluación de la sostenibilidad de dicho sistema. Dicha caracterización implica subdividir sucesivamente el sistema en sus diferentes componentes con el objeto de trazar la red de relaciones que subyace al funcionamiento del sistema, así como las relaciones causa-efecto o interacciones responsables de potenciales deficiencias o sinergias en el sistema (Settle, 2002).

El diseño e implementación de un marco de análisis de este tipo requiere la aplicación de técnicas y metodologías de muy diversa índole (técnicas participativas, técnicas AMC, análisis de coste-beneficio, la gestión de datos, aplicaciones para la construcción de modelos cualitativos y cuantitativos, etc.) por lo que también desde el punto de vista científico-técnico debe concebirse desde la perspectiva multidisciplinar e integradora (Urzelai, 2006).

Conforme a lo dicho anteriormente, aquí se va a exponer una de las técnicas multicriterio más extendidas, el Proceso Analítico Jerárquico, que de la solución de un problema multicriterio estándar, en el que se evalúan una serie de alternativas respecto a un conjunto de criterios. En lo que sigue, se entenderá por Análisis de Decisión Multicriterio (MCDA) *“el conjunto de aproximaciones, métodos, modelos, técnicas y herramientas dirigidas a mejorar la calidad integral de los procesos de decisión seguidos por los individuos y sistemas, esto es, a mejorar la efectividad, eficacia y eficiencia de los procesos de decisión, y a incrementar el conocimiento de los mismos (valor añadido del conocimiento)”*. De esta forma, las técnicas de decisión multicriterio permiten una resolución más realista y efectiva del problema sin tener que recurrir, como ocurre con los enfoques tradicionales a la rígida reducción a una escala monetaria (Moreno J. J., 1996, pág. 45).

2.- Fundamento metodológico para la evaluación.

Como la mayoría de las grandes ideas científicas, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) puede considerarse, según la orientación dada al mismo, de muy diversas

maneras. Su contribución es importante en niveles operativos, tácticos y estratégicos, sirviendo para mejorar la eficiencia, la eficacia y fundamentalmente la efectividad del sistema. En resumen se puede entender como:

1. Una *técnica* que permite la resolución de problemas multicriterio, multi-entorno y multi-actores, incorporando en el modelo los aspectos tangibles e intangibles, así como el subjetivismo y la incertidumbre inherente en el proceso de toma de decisiones.
2. Una *teoría matemática de la medida* generalmente aplicada a la dominación de la influencia entre alternativas respecto a un criterio o atributo¹.
3. Una *filosofía* para abordar, en general, la toma de decisiones.

Vistas en el epígrafe anterior, las ideas intuitivas en las que se basa la filosofía del AHP, y recogidos, en el apéndice relativo a la axiomática, los fundamentos teóricos que soportan esta teoría matemática de la medida, en lo que sigue, ciñéndonos a su consideración como técnica de decisión multicriterio, se incluyen las tres etapas de la metodología de AHP propuestas en su formulación inicial (Saaty, 1980): (i) modelización; (ii) valoración y (iii) priorización y síntesis.

(i) En la primera etapa (*modelización*), se construye un modelo o estructura en la que queden representados todos los aspectos considerados relevantes en el proceso de resolución (actores, escenarios, factores, elementos e interdependencias).

(ii) En la segunda etapa (*valoración*) se incorporan las preferencias, gustos y deseos de los actores mediante los juicios incluidos en las denominadas matrices de comparaciones pareadas. Estas matrices cuadradas $A = (a_{ij})$ reflejan la dominación relativa que representa la dominación² de la alternativa i sobre la j . En su construcción se plasma el pensamiento y el proceder del profesor Saaty al medir aspectos intangibles. Ya se ha mencionado en varias ocasiones que, este

¹ Habitualmente se distinguen dos tipos de dominación: directa e indirecta. En la primera, se comparan los elementos por pares para determinar cuál de los dos posee mayor intensidad de la propiedad o atributo considerado. En la segunda, se comparan los elementos por pares para determinar la dominación, respecto a la propiedad, de su influencia en un tercer elemento.

² Dominación es un término genérico que se utiliza indistintamente con los tres conceptos habitualmente empleados: verosimilitud (para escenarios), importancia (para criterios), preferencia (para alternativas).

enfoque descriptivo con posibilidades normativas (AHP), intenta reflejar el comportamiento de los individuos a la hora de realizar comparaciones.

(iii) La última etapa de la metodología (*priorización y síntesis*), proporciona las diferentes prioridades consideradas en la resolución del problema: *prioridades locales; prioridades globales y prioridades totales*. En general, se entiende por *prioridad* una unidad abstracta válida para cualquier escala en la que se integran las preferencias que el individuo tiene al comparar aspectos tangibles e intangibles. En este caso, la matriz recíproca de comparaciones pareadas, $W = (w_i/w_j)$, queda como:

$$\begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \dots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \dots & w_2/w_n \\ w_3/w_1 & w_3/w_2 & \dots & w_3/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \dots \\ w_n \end{pmatrix}$$

Fig. 1.- Matriz W de comparaciones pareadas

En este caso, la matriz W anterior tiene rango uno, con lo que el problema del autovector se reduce a $Ww = nw$, con $\sum_j w_j = 1$. Una forma sencilla de obtener el valor de λ_{max} si se conoce el valor exacto de w (o estimación) en forma normalizada, es sumar las columnas de A y multiplicar el vector resultante por el vector de prioridades w . En general, utilizando el teorema de Perron- Frobenius, se puede probar que $\lambda_{max} \geq n$ para el método de Saaty (Saaty, 1980).

Una de las grandes ventajas del AHP es que permite relajar las hipótesis tan restrictivas que imponía el enfoque tradicional en la decisión (escuela utilitarista), en concreto no exige la transitividad en las preferencias. Además, permite evaluar el grado de consistencia del decisor a la hora de introducir los juicios en las matrices recíprocas de comparaciones pareadas.

En AHP se dice que el decisor, o persona que introduzca los juicios, es consistente, si la matriz de comparaciones pareadas lo es, esto es, si verifica que $a_{ij} a_{jk} = a_{ik}, \forall i, j, k$. Para evaluar la consistencia del decisor se calcula la denominada razón de consistencia (RC), un índice no estadístico (en su propuesta

inicial) que viene dada como el cociente entre el Índice de Consistencia (IC) y el Índice de Consistencia Aleatorio (ICA), esto es:

$$RC = \frac{IC}{ICA(n)}$$

Donde, siendo $e_{ij} = a_{ij} w_j/w_i$ y el ICA es el índice de consistencia medio obtenido al simular aleatoriamente los juicios para las matrices recíprocas de orden n . Los valores del Índice de Consistencia Aleatorio para la diferente n , obtenidos mediante la simulación de 100.000 matrices (Aguarón; J. y Moreno-Jiménez; J.M., 2001), son:

Tabla 1.- Valores del ICA

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IC	0,5	0,8	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
A	25	82	15	52	41	04	52	84	13	35	55	70	83	95

Para $n = 3$, Juan Aguaron obtuvo mediante la enumeración de todos los juicios posibles, el valor exacto de $ICA(3) = 0,5245$. En la práctica, suelen darse por buenas razones de consistencia inferiores al 10%³ Si la razón de consistencia supera ese umbral se recomienda revisar los juicios, corrigiendo aquél que más se separa de la razón dada por las prioridades relativas correspondientes (comparar a_{ij} con w_i/w_j).

El programa informático Expert Choice (E-CH), no sólo se basa como ya se ha dicho, en el AHP, sino que es la concreción informática, desarrollada o supervisada por Saaty, de este método de análisis de decisiones multicriterio. La referencia más completa y a la vez técnica y divulgativa, del AHP es de Saaty (1996), aunque excelentes síntesis introductorias son de (Zahedi, 1986) y (Harker; PT., 1987). Finalmente se argumenta que Expert Choice, es un potente, versátil, analíticamente sólido y suficientemente bien documentado y amigable paquete de Decisión Multicriterio. Sus limitaciones vienen dadas por lo que es su razón de ser: seguir la metodología AHP. (Barba-Romero, 1997)

³ En algunos problemas poco estructurados pueden darse por buenos valores inferiores al 15%.

3 3.- Formulación del modelo del sistema de indicadores.

Un indicador sintético puede definirse como *“aquella función matemática de los indicadores parciales que reúne un conjunto de condiciones que se juzgan necesarias para concretar una medición expresiva del objetivo buscado”* (Pena, 1978), o lo que es lo mismo, una función de un conjunto de variables e indicadores intermedios, cada una de las cuales contribuye a cuantificar algún aspecto del concepto para el cual se quiere cuantificar su magnitud (López, 2003).

Los indicadores sintéticos son creados a partir de los modelos formales del sistema en representación de la realidad en estudio. Sin embargo, el proceso de formulación de indicadores sintéticos no sólo pone de manifiesto la características del fenómeno, sino también incluye implícitamente el decisiones tomadas por el analista en relación con la observación de la fenómeno (Perez, y otros, 2009).

Se considera aquí la propuesta de construcción de un sistema inicial de indicadores m para evaluar un conjunto de n unidades. Hay que distinguir entre positivos, negativos y neutrales dependiendo de la dirección mejora ("positivo es mejor" o "negativo es peor"). El indicador se consideró positivo cuando un mayor valor representa una mejora en la gestión de los (servicios del agua de uso urbano) aplicándole principios y criterios de sostenibilidad. Por el contrario, el indicador es negativo cuando su valor representa un quebranto en la administración de los OOSAPyS desde la propia sostenibilidad del recurso hídrico; y acabáremos, diciendo que se considera neutral cuando no tiene una dirección específica de mejora o deterioro, en el proceso de la sustentabilidad.

En primer término, se tomo en cuenta que los valores más altos representan una mayor sostenibilidad de la gestión de los OOSAPyS y, que los pesos introducidos en el indicador son en la dirección positiva. En segundo lugar, el sistema de ponderación nos permite identificar los aspectos que tienen una mayor influencia en la sostenibilidad y, que por lo tanto debe tomarse en cuenta al planificar las nuevas políticas, estrategias y acciones de los organismos operadores del agua. Finalmente, se debe señalar que a pesar de sus ventajas, el uso de la distancia en la definición del indicador compuesto, hace que los

resultados finales sean determinados por el conjunto de unidades que se analizan y, así, el analista tiene que llevar a cabo una selección apropiada de los indicadores, incluyendo a todos aquellos que son relevantes para el estudio. A continuación en la tabla 2, se muestra la estructura del sistema global de indicadores.

Tabla 2.- Sistema básico de indicadores para valorar los OOSAPyS en ciudades de México.

Indicador	Definición	Dimensión	Signo	Evaluación
IS ₁	Población total en el espacio territorial	Social	Negativo	Directa
IS ₂	Población urbana atendida con servicio de agua potable	Social	Positivo	Directa
IS ₃	Porcentaje de la población urbana atendida con servicio de agua potable	Social	Positivo	Directa
IS ₄	Población urbana atendida con servicio de alcantarillado	Social	Positivo	Directa
IS ₅	Porcentaje de la población urbana atendida con servicio de alcantarillado	Social	Positivo	Directa
IS ₆	Población urbana atendida con servicio de saneamiento	Social	Positivo	Directa
IS ₇	Porcentaje de la población urbana atendida con servicio de saneamiento	Social	Positivo	Directa
IS ₈	Porcentaje de cobertura de micro medición en servicio doméstico	Social	Positivo	Directa
IS ₉	Porcentaje de cobertura de micro medición en servicio comercial	Social	Positivo	Directa
IS ₁₀	Porcentaje de cobertura de micro medición en servicio industrial	Social	Positivo	Directa
IMA ₁	Caudal producido mediante la extracción del agua de fuentes superficiales y subterráneas	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₂	Dotación de agua a la población	Ambiental	Negativo	Directa
IMA ₃	Porcentaje de pérdida de agua en el sistema de alimentación y distribución	Ambiental	Negativo	Directa
IMA ₄	Desinfección del agua tratada en volumen	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₅	Porcentaje de desinfección del agua en relación al volumen producido	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₆	Capacidad instalada para procesos de potabilización	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₇	Caudal de agua potabilizada para entrega al sistema de distribución	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₈	Porcentaje del volumen de potabilización	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₉	Capacidad instalada para el proceso de tratamiento del agua residual municipal	Ambiental	Positivo	Directa
IMA ₁₀	Caudal de tratamiento del agua residual	Ambiental	Positivo	Directa

	municipal			
IMA ₁₁	Porcentaje de cobertura de tratamiento de agua residual municipal	Ambiental	Positivo	Directa
IE ₁	Cobertura de macro medición con respecto a la producción	Económica	Positivo	Directa
IE ₂	Cobertura de macro medición con respecto a la capacidad instalada	Económica	Positivo	Directa
IE ₃	Total de tomas domiciliarias urbanas	Económica	Negativo	Directa
IE ₄	Total de empleados	Económica	Negativo	Directa
IE ₅	Número de empleados por cada mil tomas domiciliarias	Económica	Negativo	Directa
IE ₆	Eficiencia física	Económica	Positivo	Directa
IE ₇	Eficiencia comercial	Económica	Positivo	Directa
IE ₈	Eficiencia global	Económica	Positivo	Directa
IE ₉	Costos de producción por toma domiciliaria	Económica	Negativo	Directa
IE ₁₀	Costo de producción por metro cúbico	Económica	Negativo	Directa
IE ₁₁	Ingreso promedio en pesos por toma domiciliaria	Económica	Positivo	Directa
IE ₁₂	Ingreso promedio en pesos por metro cúbico	Económica	Positivo	Directa
IE ₁₃	Precio de venta por metro cúbico	Económica	Positivo	Directa

Fuente: Construcción propia.

4 4.- Resultados y análisis de OOSAPyS⁴ de ciudades de México.

Con el propósito de cumplir con el objetivo de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) de *incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento*”, es de suma importancia contar con un sistema de indicadores que reflejen la situación que impera al interior de las entidades prestadoras de dichos servicios y con ellos evaluar la gestión de los OOSAPyS en ciudades distribuidas en la geografía de México.

Esta información permitirá a los prestadores de servicios conocer la forma en que están operando y los niveles de eficiencia bajo los cuales están actuando y, se podrán comparar con otros organismos. La posibilidad de comparar sus

⁴ Con estas siglas (OOSAPyS) denotamos a los Organismos Operadores Prestadores de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Éstos son dependencias de gobiernos municipales, estatales o federales que de acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales de 2004 vigente están facultados para prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento, bien sea de manera directa o mediante concesión convenida con empresas privadas.

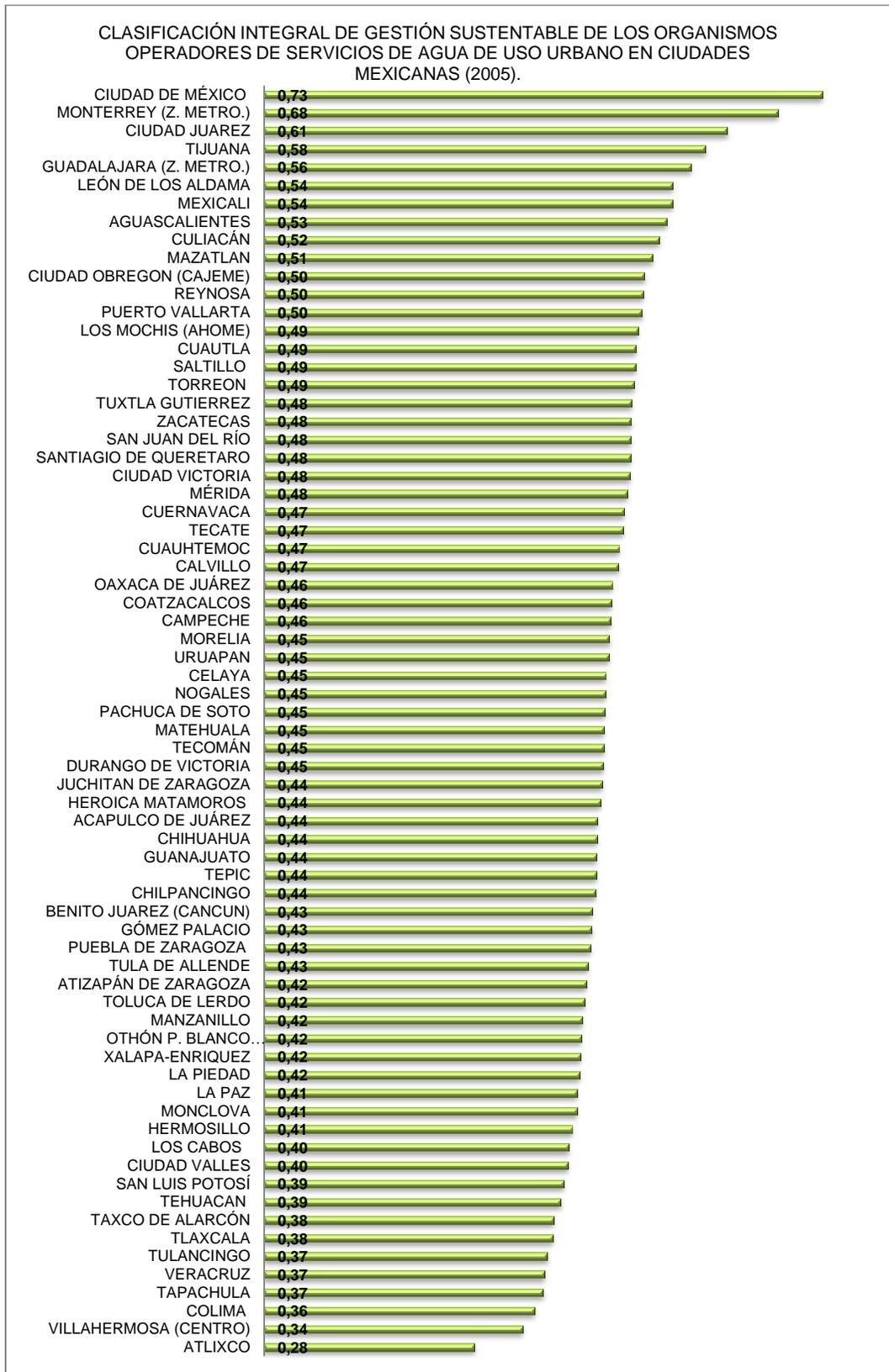
resultados con los de otro prestador de servicios de la República Mexicana, le será de gran utilidad, incentivándolo y facilitándole a tomar las medidas necesarias a fin de mejorar su desempeño y brindar un mejor servicio entre la población usuaria de los servicios que ofrece.

Al gobierno federal, la información le permitirá tener una visión general del desempeño de las entidades prestadoras de los SAPAS en todo el país, facilitándole la toma de decisiones en la orientación de su política sectorial, mejorando su apoyo a los prestadores de servicios a fin de que éstos brinden un servicio más eficiente y de buena calidad encaminado a elevar el nivel de vida de la población.

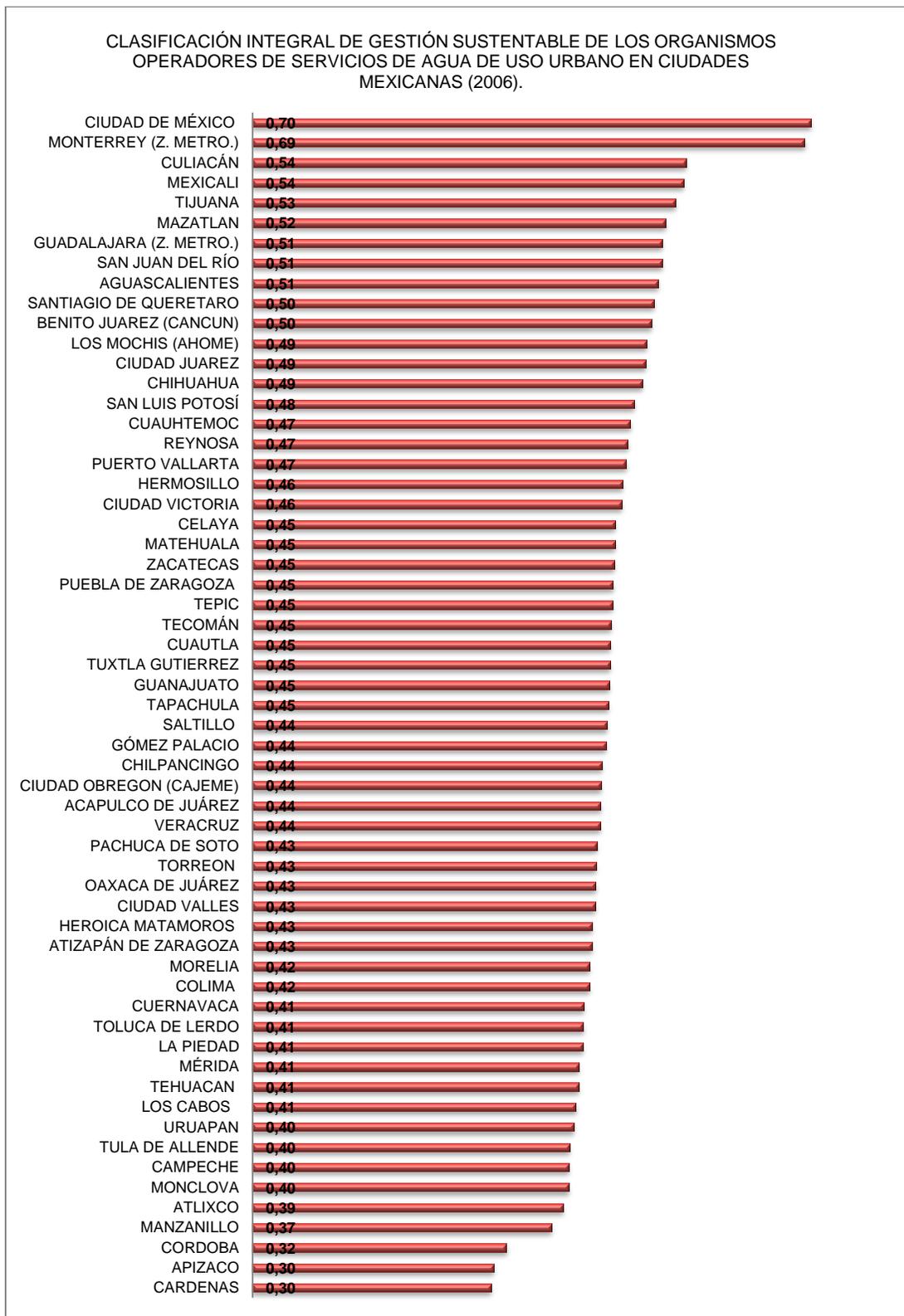
En la instrumentación de esta metodología de valoración basada en indicadores fue fundamental que contuviera veracidad en su información. Aquí la información que se utilizó en la construcción de los indicadores de desempeño, fue recopilada a partir de los datos publicados por la CONAGUA, en la publicación que anualmente divulga denominada *Situación del subsector agua potable, alcantarillado y saneamiento*, tomada entre los años de 2005 al año de 2010.

La información obtenida corresponde a entidades prestadoras de servicio que brindan el servicio a localidades mayores a 2,500 habitantes de todo el país y que atienden a una población aproximada de 65 millones de habitantes, el 61% de la población nacional. Es importante mencionar que en el proceso de recolección alguna de las entidades prestadoras de servicios no reportaron información y, en otros casos existen algunos datos que presentan inconsistentes. Por ésta razón su presencia en los indicadores graficados no es constante (CONAGUA, 2010). A continuación se presentan a manera de resumen, las graficas que muestran la jerarquía de los OOSAPyS en ciudades de México para el periodo de 2005 a 2010.

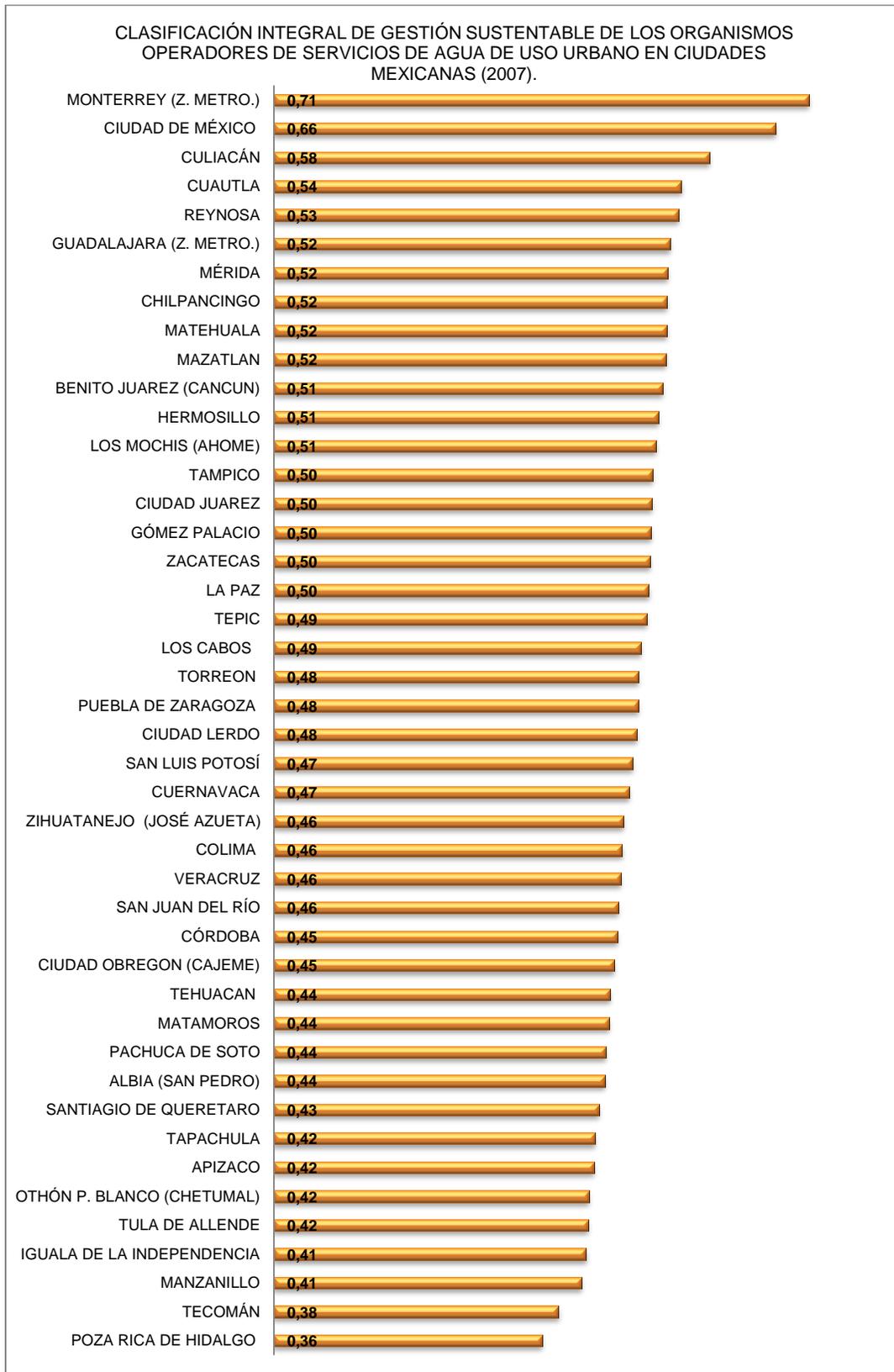
Gráfica 1.- Valor integrado: social, medio-ambiental y económico.



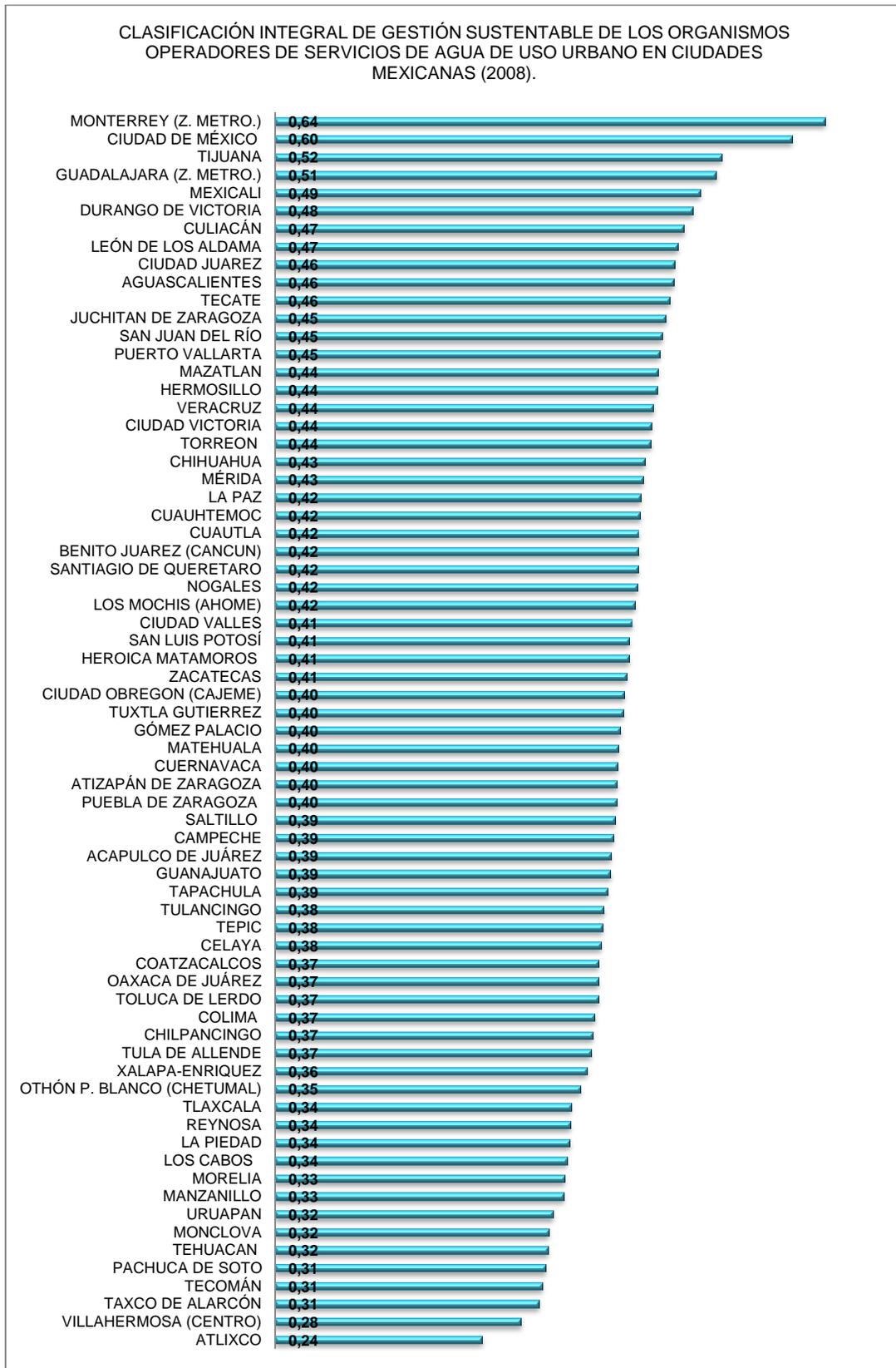
Gráfica 2.- Valor integrado: social, medio-ambiental y económico.



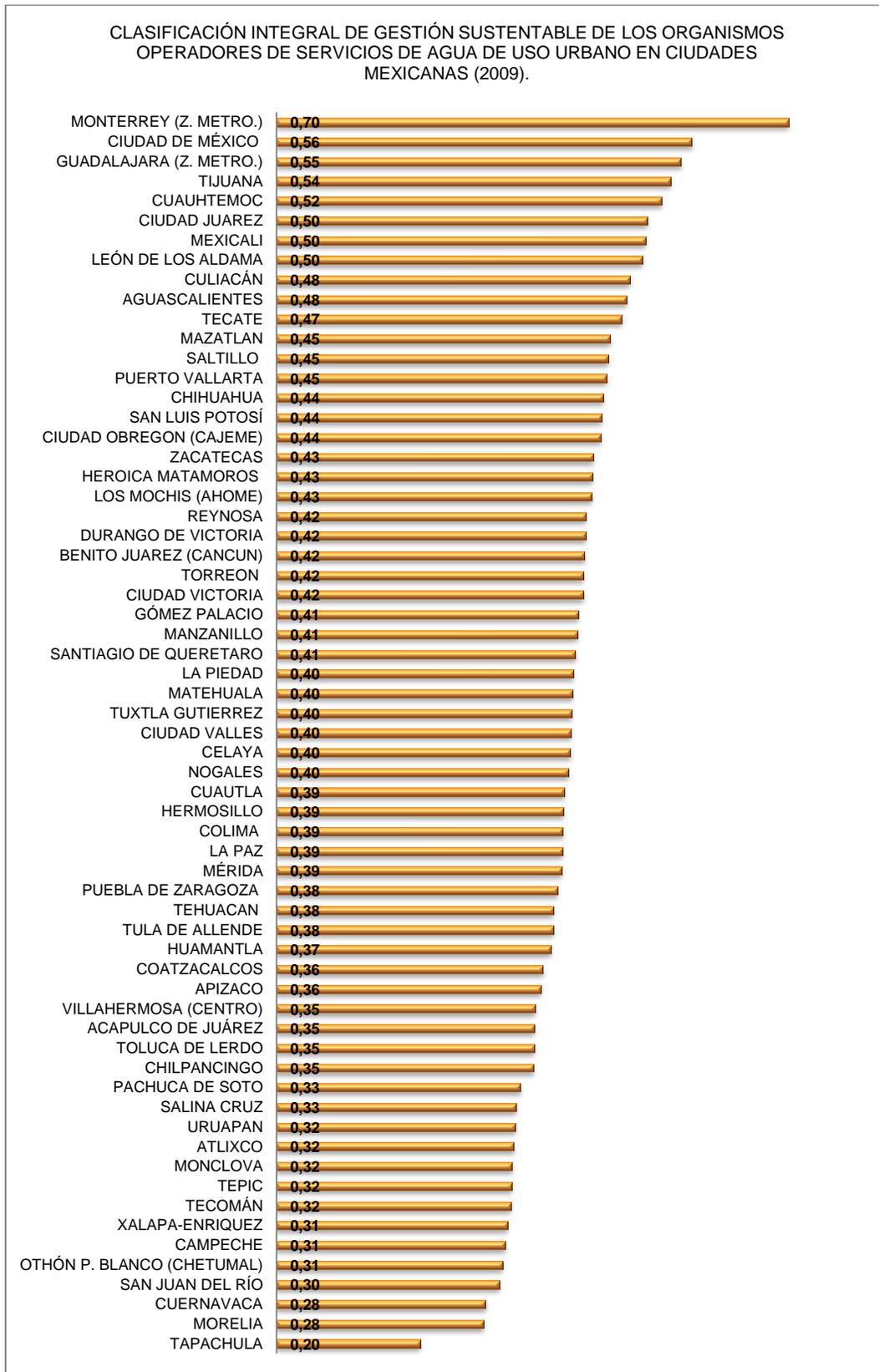
Gráfica 3 - Valor integrado: social, medioambiental y económico.



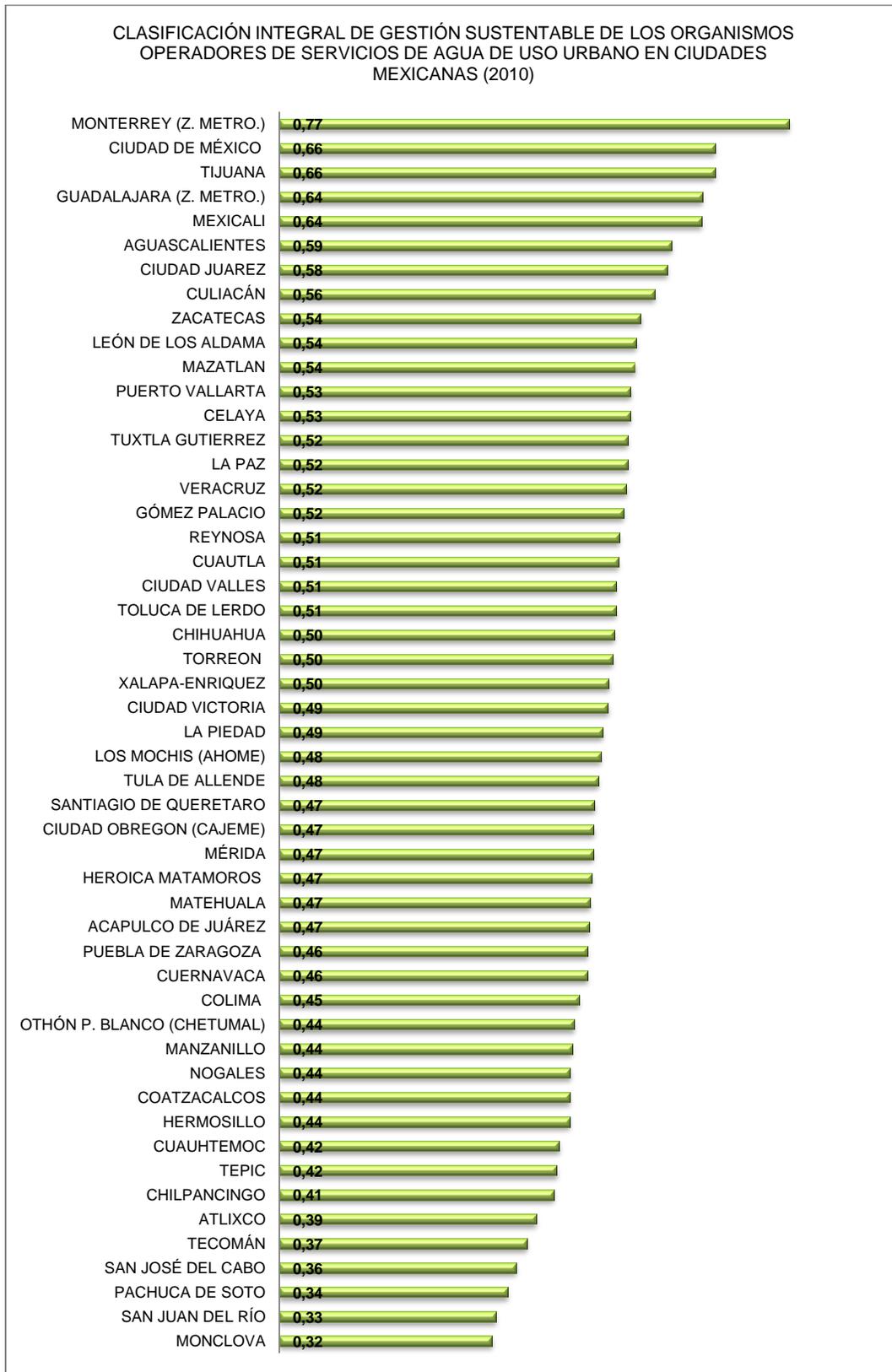
Gráfica 4.- Valor integrado: social, medioambiental y económico.



Gráfica 5.- Valor integrado: social, medioambiental y económica.



Gráfica 6.- Valor integrado: social, medioambiental y económico.



5 Conclusiones y recomendaciones.

La conformación del ranking (ordenamiento) de los OOSAPyS, de ciudades de México, analizado por periodo de tiempo de 2005 hasta 2010 y, considerando la información recolectada del sistema básico de 32 indicadores distribuidos entre las tres categorías: social (10 indicadores), medioambiental (11 indicadores) y la económica (13 indicadores), nos permitió comprender la dinámica de posicionamiento de cada uno de los OOSAPyS observando sus fortalezas y debilidades; todo con visión, principios y criterios del desarrollo sostenible.

En 2005, se observa una supremacía de las ciudades que atienden a una población importante (por encima de los 700 mil habitantes). Son zonas metropolitanas de ciudades como México, Monterrey, Ciudad Juárez, Tijuana, Guadalajara; y ciudades medias como León, Mexicali, Aguascalientes, Culiacán y Mazatlán. Aquí se ve como la categoría medioambiental aporta una proporción significativa en la valoración integral del sistema; no así la dimensión económica; por tanto es necesario instrumentar acciones que vengán a mejorar los indicadores económicos: macro-medición, eficiencias, tarifas y costos de producción.

Del análisis del año 2006, se desprende que la conformación del primer grupo quedo conformado por: Zonas metropolitanas de Ciudad de México y Monterrey, ciudades de Culiacán, Mexicali, Tijuana, Mazatlán, Guadalajara (zona metropolitana), San Juan del Río y Aguascalientes; este grupo de 9 ciudades presentan en el parámetro de población una gran diferencia y por lo tanto este nos es un factor determinante, puesto que son los indicadores de la categoría medioambiental quienes están aportando la mayor proporción en la valoración integral.

Ahora bien cuando se analiza las gráficas del año de 2007, tenemos que hay también visualizados perfectamente tres grupo. El de mayor jerarquía está compuesto por 10 ciudades: Monterrey, Ciudad de México, Culiacán, Cuautla, Reynosa, Guadalajara, Mérida, Chilpancingo, Matehuala y Mazatlán; donde el componente medioambiental es notable en su aportación en la valoración general al igual que la componente social, en cambio la económica es mínima. Es en ésta

última categoría donde los OOSAPyS tienen que hacer esfuerzos por mejorar los indicadores económicos de: macro-medición, eficiencias, tarifas y costos de producción.

También se observa en las gráficas de 2007, otro conjunto de 30 ciudades de 44 que representan el 68 por ciento que están en medio del ranking entre los valores de 0.50 a 0.40, son ciudades que se han mantenido en esas posiciones a lo largo de 2005, 2006 y 2007. Aquí es pertinente anotar un considerable cambio de posicionamiento, ciudades que antes se encontraban en el grupo hegemónico como: Cancún, Ciudad Juárez, San Luis Potosí y San Juan del Río. En ellas sus OOSAPyS deberán instrumentar acciones en la categoría económica para que mejoren sus indicadores como son: macro-medición, eficiencias, tarifas y costos de producción.

Ya en el final de la gráfica de 2007, están 4 ciudades: Iguala, Manzanillo, Tecomán y Poza Rica, éstas son ciudades donde a sus OOSAPyS, se les recomienda gestionar la mezcla recursos financieros del Estado, en sus tres niveles de gobierno y, como última opción combinar aportaciones de empresas del sector privado, para que mejoren todos los indicadores, tanto de la categoría social, medioambiental como la económica, es decir sus acciones deben estar encaminadas a mejorar sustancialmente sus coberturas de servicios, la micro medición, disminuir la presión que se ejerce sobre la cuenca hidrológica con ya una sobreexplotación del acuífero, aumentar las coberturas de macro-medición, aumentar coberturas de desinfección, potabilización y tratamiento de las aguas residuales municipales disminuir la tasa de trabajadores por cada mil tomas, aumentar sus eficiencias, revisar tarifas y consumo del agua y, revisión de los costos de producción e ingreso.

En medio de la gráfica del año 2008 que muestra el ranking de las ciudades, están desde centros urbanos que albergan población de entre los 50 mil a los 700 mil habitantes, este es un indicador que en síntesis no es el que determina su aportación en la valoración general. Sin embargo, en el análisis se registra que tanto la componente social y medioambiental son de alguna manera componentes que equilibrados, es decir aportan en la valoración social una misma

cantidad que la componente medioambiental; dejando solo una pequeña contribución a la componente económica. Por ello es recomendable que sus OOSAPyS revisen tarifas y consumo del agua, además del estudio de los costos de producción e ingreso.

Al final de la gráfica de 2008, está un grupo compacto de más de 15 ciudades que están entre valores de 0.40 a 0.24 en las que es necesario que sus OOSAPyS revisen sus acciones en materia de las coberturas de servicios, la micro-medición, disminuir la presión que se ejerce sobre la cuenca hidrológica con ya una sobreexplotación del acuífero, aumentar las coberturas de macro-medición, aumentar coberturas de desinfección, potabilización y tratamiento de las aguas residuales municipales disminuir la tasa de trabajadores por cada mil tomas, aumentar sus eficiencias, revisar tarifas y consumo del agua y, revisión de los costos de producción e ingreso.

Para el análisis de las gráficas de año de 2009, se puede visualizar claramente de nueva cuenta a tres conjuntos de ciudades. El primero encabezado por Monterrey de nuevo, Ciudad de México, Guadalajara, Tijuana, aparece por primera vez Cuauhtémoc, Ciudad Juárez, Mexicali, León, Culiacán y Aguascalientes, Tecate y Mazatlán; que están entre valores de 0.70 a 0.45. Aquí es significativo enunciar que vuelven a predominar las categorías social y medioambiental. No así la parte económica y, lo que se recomienda como necesario para los OOSAPyS es que deben instrumentar acciones que vengán a mejorar los indicadores económicos de macro-medición, eficiencias, tarifas y costos de producción e ingreso.

En medio de la gráfica del año 2009, están 35 ciudades de 50 que representan el 70 por ciento y, cuyos valores del ranking están 0.45 y 0.35, mostrando un rango de variación de sólo 10 decimas. Así que estas ciudades están conformado por un conjunto compacto de ciudades que tienen problemas de manera muy particular en los componentes económico y medioambiental, por lo tanto lo que se encarga a los OOSAPyS, es aumentar coberturas de desinfección, potabilización y tratamiento de las aguas residuales municipales disminuir la tasa

de trabajadores por cada mil tomas, aumentar sus eficiencias, revisar tarifas y consumo del agua y, revisión de los costos de producción e ingreso.

Ya en el último transcurso del análisis de la gráfica del ordenamiento del año 2009, aquí están el resto de las ciudades: Tepic, Tecomán, Xalapa, Campeche, Chetumal, San Juan del Río, Cuernavaca, Morelia y Tapachula. Ciudades que sin duda, sus OOSAPyS deben encausar sus acciones para mejorar los valores de los indicadores que componen las tres categorías en síntesis hay que trabajar acciones como la mejora de las coberturas de servicios, la micro-medición, disminuir la presión que se ejerce sobre la cuenca hidrológica con ya una sobreexplotación del acuífero, aumentar las coberturas de macro-medición, aumentar coberturas de desinfección, potabilización y tratamiento de las aguas residuales municipales disminuir la tasa de trabajadores por cada mil tomas, aumentar sus eficiencias, revisar tarifas y consumo del agua y, revisión de los costos de producción e ingreso.

Como última etapa de este proyecto, se analizó el comportamiento de los OOSAPyS, en materia de la gestión sustentable de agua de uso urbano y, comprende el año 2010. Al estructurar el ordenamiento de los OOSAPyS, se puede expresar que el estudio se hace de igual manera, aquí se encontró una vez más los tres conjuntos de ciudades.

El primero de ellos está encabezado por Monterrey, seguidos por la Ciudad de México, Tijuana, Guadalajara, Mexicali, Aguascalientes, Ciudad Juárez, Culiacán, Zacatecas, León y Mazatlán. Estas primeras 11 ciudades están ubicadas entre valores del ranking entre 0.77 y 0.54. Se observa que las partes social y medioambiental son las que aportan de manera fundamental la mayor cuantía en la valoración integral. La recomendación única es la instrumentación de acciones que vengán a mejorar los indicadores económicos: macro-medición, eficiencias, tarifas y costos de producción.

En la parte central de la gráfica están ciudades cuyos valores del ranking están entre 0.53 y 0.45. Este conjunto de ciudades es muy compacto porque parece ser que en todo el estudio realizado desde 2005 hasta 2010 se mantienen en él, cambiando solo posiciones entre un año y otro. En el análisis se observa de

nuevo que en este grupo de ciudades las categorías social, medioambiental y económica están muy equilibradas es decir que la recomendación es mantener los estados actuales de los servicios de agua para que los valores de los indicadores se continúen manteniendo.

Finalmente, del estudio acucioso de la gráfica del ranking del año 2010, tenemos que un grupo más de casi 14 ciudades que se encuentran en la parte inferior que está conformado por Nogales, Coahuila de Zaragoza, Hermosillo, Cuauhtémoc, Tepic, Chilpancingo, Atlixco, Tecomán, San José del Cabo, Pachuca, San Juan del Río y Monclova, son ciudades que requieren intervención urgente para reubicarse mejor en el ranking o cuando menos que sus valores no estén tan bajos. De manera que la recomendación es que sus OOAPyS revisen sus acciones en materia de las coberturas de servicios, la micro-medición, disminuir la presión que se ejerce sobre la cuenca hidrológica con ya una sobreexplotación del acuífero, aumentar las coberturas de macro-medición, aumentar coberturas de desinfección, potabilización y tratamiento de las aguas residuales municipales disminuir la tasa de trabajadores por cada mil tomas, aumentar sus eficiencias, revisar tarifas y consumo del agua y, revisión de los costos de producción e ingreso.

6 Bibliografía.

Aguarón; J. y Moreno-Jiménez; J.M. (2001). The Geometric Consistency Index. Approximated Thresholds. *European Journal of Operational Research* (127), 139-154.

Barba-Romero, S. y.-C. (1997). *Decisiones multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica. Colección Economía.* Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá.

Collado, J. (2008). Entorno de la provisión de los servicios públicos de agua potable en México. En R. y Olivares, *El agua potable en México* (págs. 3-28). México: Asociación Nacional de Empresas de Agua y Sanamiento de México, A.C. (ANEAS).

CONAGUA. (2010). *Situación del Subsector Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (PDF).* México: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Harker; PT. (1987). Incomplete pairwise comparisons in the analytic hierarchy process. *Mathematical Modelling* , 9 (11), 837-848.

Moreno Jiménez, J. M. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. *Recta* , 28-77.

Moreno, J. J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. *Recta. Revista Electrónica de ASEPUMA* (1), 28-77.

Pena, J. A. (1978). La distancia P: un método para la medición del bienestar. *Revista Española de Economía* (8), 49-89.

Perez, V. E., Blancas, F., González, M., Guerrero, F., M, L., Pérez, F., y otros. (2009). Evaluación de la sostenibilidad del turismo rural mediante indicadores sintéticos. *REVISTA INVESTIGACIÓN OPERACIONAL* , Vol. 30, (Núm.1), 40-51.

Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process.* New York: Editorial McGraw-Hill.

Saaty, T. (1994). *Fundamentals of Decision Making.* RSW Publication.

Saaty, T. (1996). *The Analytic Network.* RSW Publications.

SEMARNAT. (2011). *Logros en el Sector Hídrico 2007-2010*. México: Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Settle, C. C. (2002). On the joint determination of biological and economic systems. *Ecological Economics*, 42 , 301-311.

Urzelai, A. M. (2006). Modelización de un sistema territorial “urbano-rural” para la evaluación de su sostenibilidad. Aplicación a una zona representativa del País Vasco. *Revista Internacional Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*. (1), 159-172.

Zahedi, F. (1986). The analytic hierarchy process. A survey of the method and its applications. *Interfaces* , 16, pág. 96-108.